



BIOENERGELEC

**Biomasse énergie pour la réduction de la pauvreté par
l'électrification rurale décentralisée à Madagascar**



**Conditions d'aménagement des plantations d'Eucalyptus
et des peuplements à Ziziphus pour l'approvisionnement
des centrales en biomasse ligneuse**

Randrianjafy H., Razafindrianilana N., Peltier R. & Chaix G.

Commission des Communautés Européennes
Facilité ACP-UE pour l'énergie
Actions dans les pays ACP
Contrat de subvention
Projet : 9 ACP RPR 49 # 31

Antananarivo 28-04-2010 Ader



Objectifs de la mission

Déterminer les conditions d'approvisionnement en biomasse ligneuse, des six centrales thermoélectriques : Mahaditra, Befeta, Ambohijanahary, Didy, Ifarantsa et Manerinirina.

Fournir un schéma communal d'approvisionnement en biomasse ligneuse pour les centrales à vapeur dans chaque commune retenue

Hypothèse

Considérer que six centrales thermoélectriques seront approvisionnées majoritairement avec de la biomasse ligneuse

Hypothèse fausse au regard des études préalables: potentiels ligneux viendront compléter les potentiels déchets agricoles à hauteur des besoins des centrales

Si les massifs disponibles sont insuffisants en surface ou qualité, cadre pour développer ce potentiel notamment par des plantations réalisées sous la responsabilité des communes cibles (cadre méthodologique à proposer)

Cadre de travail



Ifarantsa, Mahaditra, Befeta

Des communes en attente de l'électrification comme moteur de développement local

Didy, Ambohijanahary, Manerinerina

Des communes dynamiques, où l'électrification est perçue comme accélératrice du développement local

Besoins en biomasse bois

- Une centrale alimentée à 100% par du bois en consomme 400 tonnes/an
- L'approvisionnement est assuré par des déchets (sciures ou copeaux, houppier, branches, dosses) ou par l'exploitation durable, par exemple, de 15 ha de plantations de taillis d'eucalyptus en rotation de 4 ans, soit une surface totale dévolue de 60 ha.

Besoins en biomasse balle de riz

- Une centrale alimentée à 100% avec de la balle de riz en consomme environ 360 tonnes/an
- La disponibilité en balle de riz inutilisée (déchet encombrant et polluant) est importante dans la plupart des communes rurales de Madagascar et en particulier dans les communes choisies.

Biomasse : bois

➤ Besoin annuel pour la centrale

- Si centrale à 100% bois = 400 tonnes/an de bois

➤ Déchets de bois

- Proximité d'unités de transformation de bois
 - Disponibilité de déchets de bois sur place
 - Sciures, copeaux (1m^3 bois avivé = 0,5 tonne de déchets)
- Sous produits d'exploitation forestière
 - Houppier, branches, dosses (1m^3 traverse = 0,7 tonne de déchets)
 - Disponibilité en forêt

➤ Ressources en bois

- Besoins équivalents à 15 ha de taillis d'eucalyptus en rotation de 4 ans à exploiter
 - 60 ha de forêts à aménager pour une unité de cogénération soit 360 ha pour les 6 centrales
 - 360 ha / 150.000 ha d'eucalyptus existant à Madagascar
- + Plantations (Pin, Grevillea, Acacia, ...) et formations naturelles à *Ziziphus*



Intérêts des produits ligneux

- Ressource abondante et disponible toute l'année
 - Plus dense / déchets agricoles, moins de volume à transporter
 - Disponibilité de déchets si sciage sur place
 - Revenus réguliers aux producteurs tout au long de l'année, sans contraintes extérieures
 - Sous-traitance et emploi réguliers localement tout au long de l'année
 - Optimisation de la valeur de la ressource forestière avec la production de charbon, bois énergie et bois de service et bois pour les centrales
- ...bien que l'on donnera la priorité à l'utilisation des déchets agricoles

Récapitulatifs des connaissances antérieures sur les communes retenues

		Mahaditra	Ifarantsa	Ambohijanahary	Didy	Manerinerina	Befeta
Ressources	Disponibilité en déchets agricoles	x	-	xxx	xx	xx	x
	Concurrence avec autres activités bois	non	non	-	non	oui/non	non
	Disponibilités Eucalyptus/bois	x	xxx	-	x	xxx	x
Consommation électricité	Activités artisanales	x	-	xxx	x	xx	x
	Domestique	xx	x	xxx	x	xx	x
Plantations	Nécessité plantations Eucalyptus	oui	non	non	impératif	non	oui
	Initiatives récentes / dynamisme	non	non	oui	oui	non	non
Taille CR	Nombre habitants	xx	x	xxx	xx	xx	x
	Activité économique / artisanale	x	x	xxx	xxx	xxx	x
Réseau	Réseau électrique existant	-	-	x	x	xxx	x
	Groupe communal en activité	non	non	oui	oui	oui	non

Des signes forts des bénéficiaires du projet

➤ Au niveau des CR

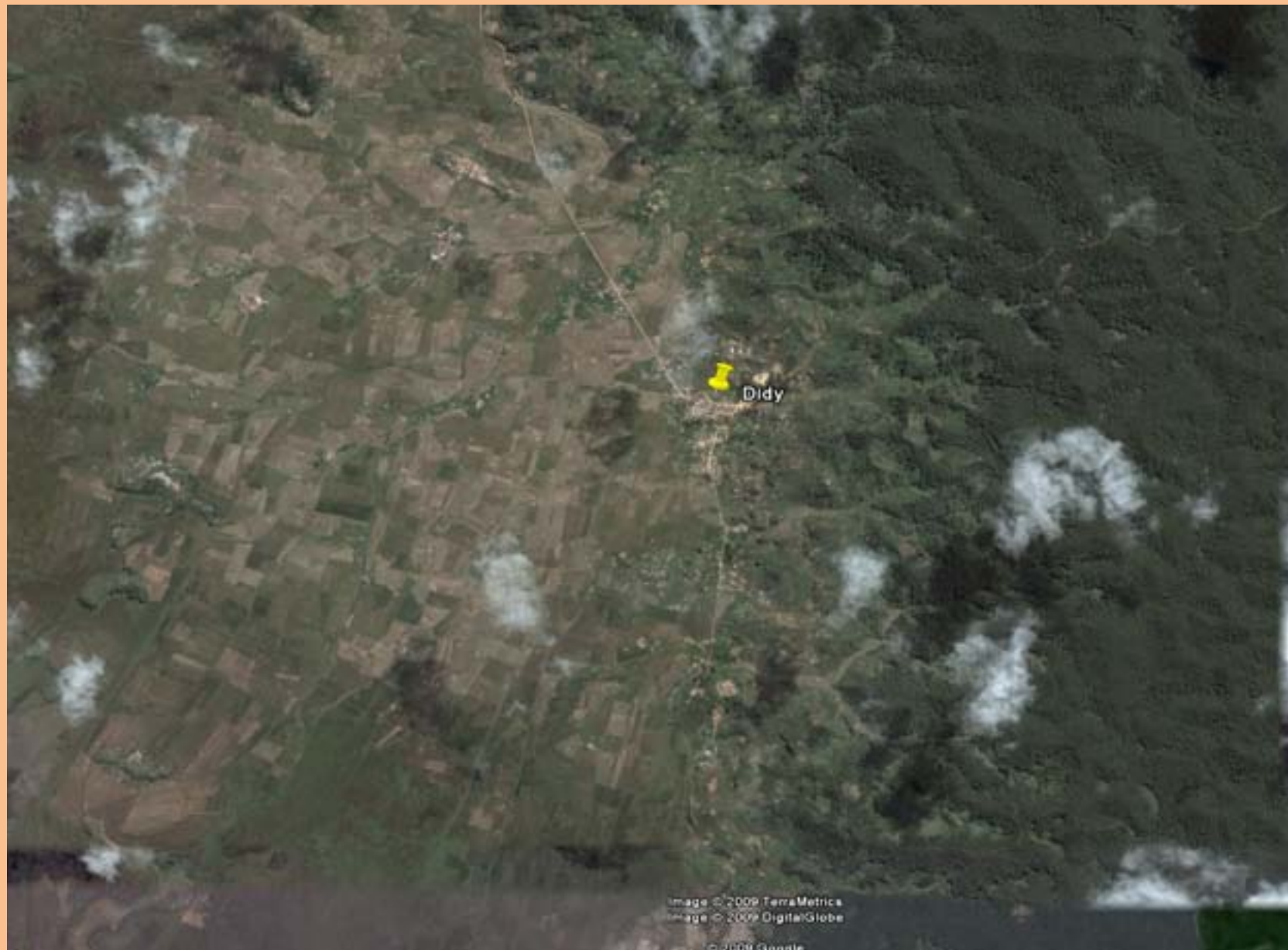
- Arrêtés communaux pour désigner les sites d'implantation des centrales
- Plantation début 2010 pour la commune de Didy (21 ha en 2010)
- Implications dans les discussions, attente de l'arrivée des centrales
- Des besoins identifiés par les CR (formations en carbonisation, sylviculture – Ifarantsa)

➤ Au niveau des acteurs économiques

- Installations ateliers infrastructures (Mahaditra)
- Fiches projets pour le développement d'activités artisanales et confirmations lors des visites (décortiqueries, ateliers bois, passage à la force électrique, ...)



Didy: Situation



Didy: plantations d'Eucalyptus identifiées

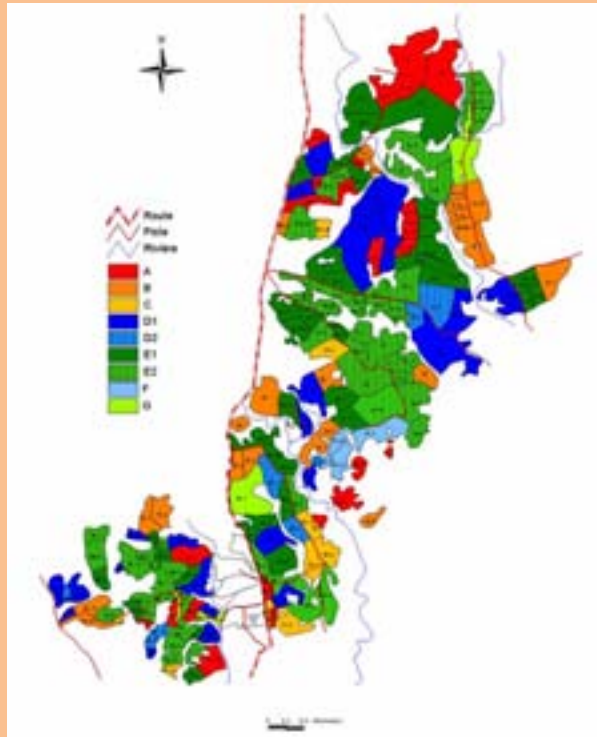


Ifarantsa : situation

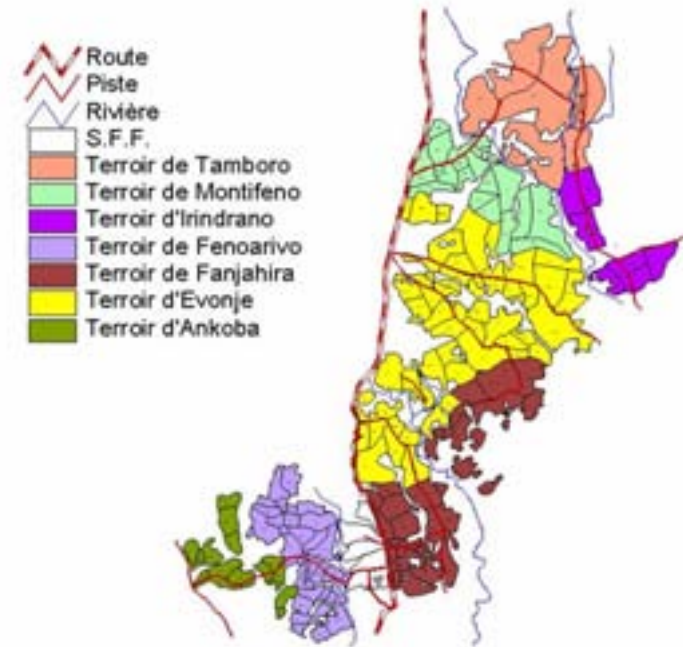


Ifarantsa : des acquis

Un massif forestier bien connu, ressource abondante
Plan d'aménagement pour l'approvisionnement de Fort Dauphin en charbon, bois d'œuvre



Meule de 5 m³
30 sacs de 30 kg
soit 45000 Ar
m³ de bois = 9000 Ar



Ifarantsa : des inquiétudes

Sur la production bois d'œuvre mais pas en bois énergie

Besoin en contrôle et en appui technique (carbonisation, sylviculture)

Site « Séraphin » en 2009



Site « Séraphin » en 2010



Ifarantsa : des inquiétudes



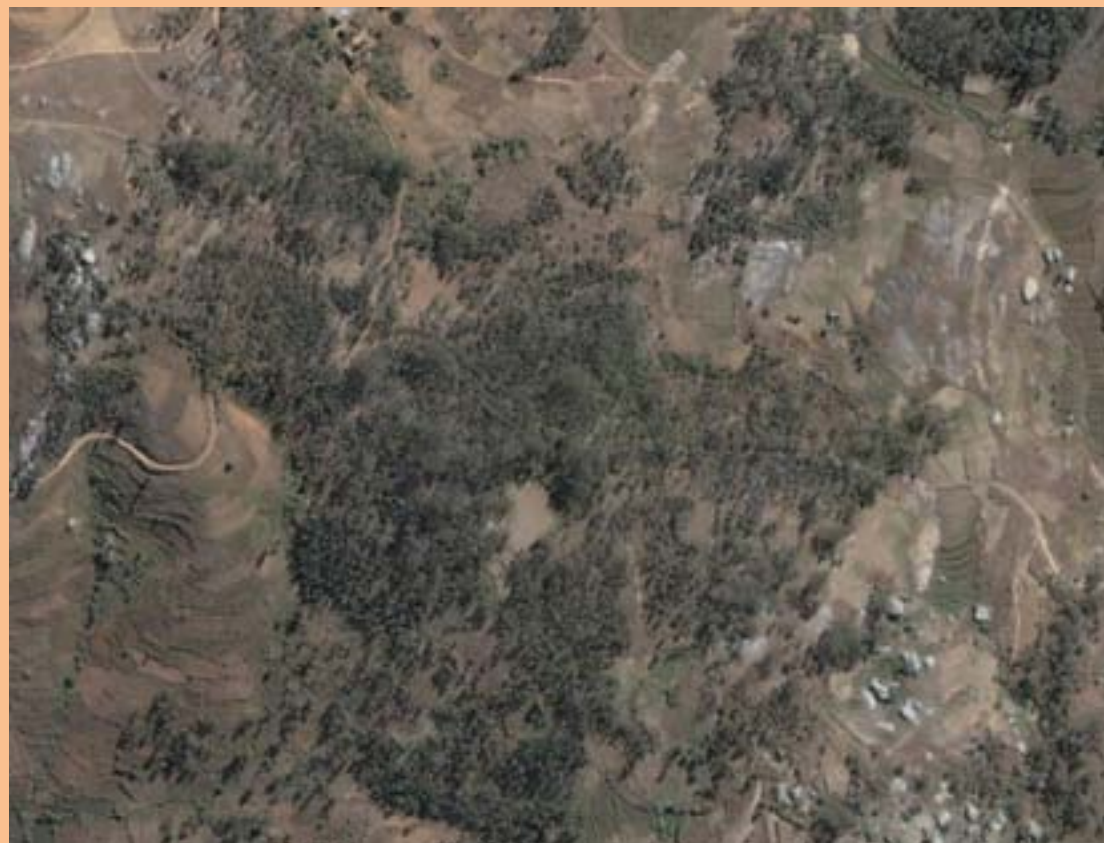
Befeta: situation



Befeta : des plantations d'eucalyptus dans le paysage



Befeta : des plantations d'eucalyptus dans le paysage



Befeta : activité forestière



Meule de 3 m³
8 sacs de 30 kg à 3000 Ar
soit 24000 Ar
m³ de bois = 8000 Ar



Mahaditra : Situation



Mahaditra : l'eucalyptus une ressource abondante



Ambohijanahary : Situation

- Centrale à 100 % de balle de riz



- Balle de riz très abondante
- Production estimée de paddy : 22.000 tonnes/an
- 16 décortiqueurs identifiés sur le chef lieu produisent 2.000 t/an
- Usages peu concurrentiel de la balle de riz par les briquetteries (3 Ar/kg)
besoin faible de la centrale 6% par rapport à l'offre

Règles sylvicoles proposées dans les zones aménagées pour alimenter les centrales en bois d'Eucalyptus

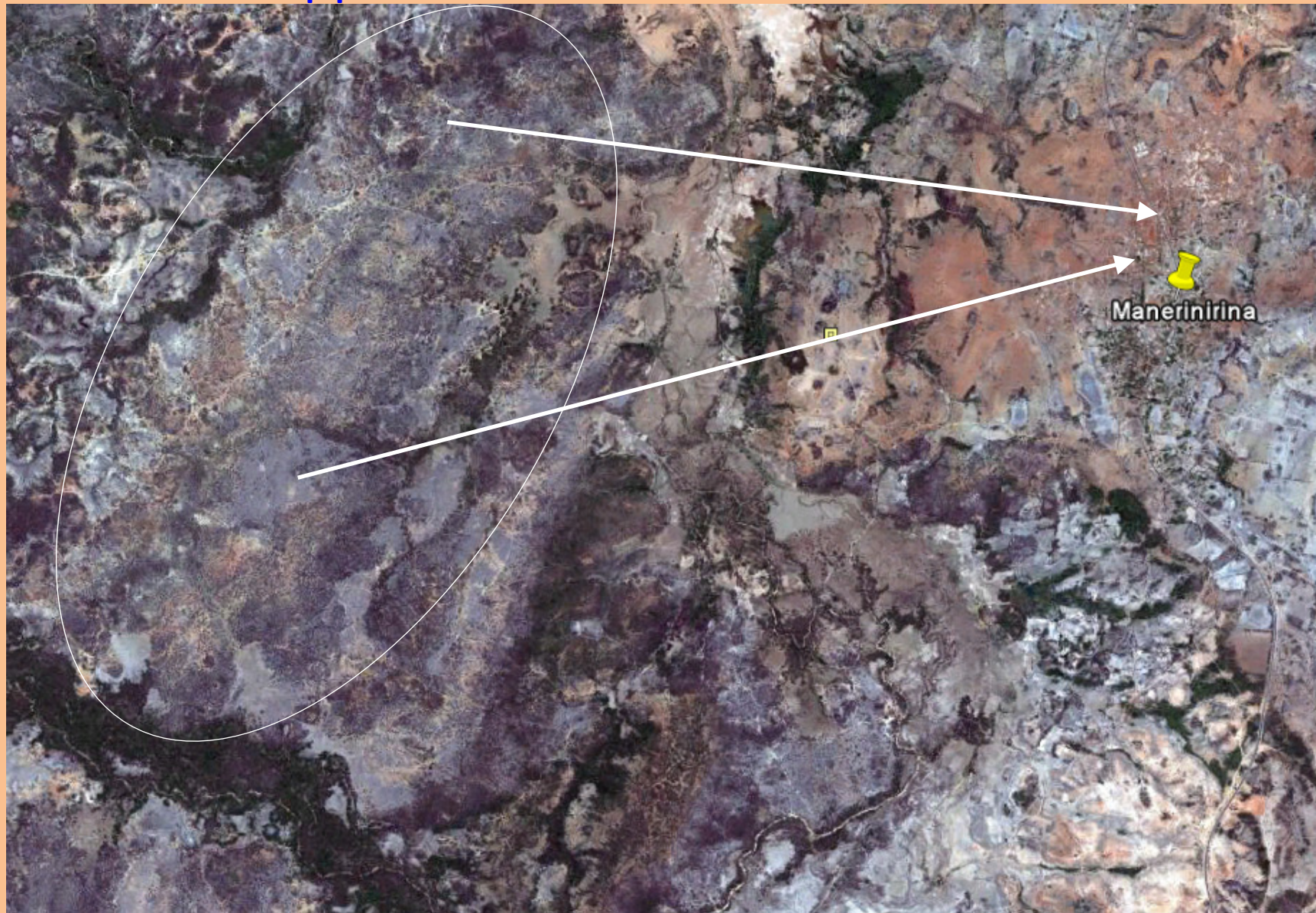
- Rotation du taillis : 4 ans
- Diamètre minimum de coupe : 20cm pour les francs-pieds, tous les rejets des souches exploitées en Rotation n-1
- Hauteur de coupe : 20-30 cm pour les francs-pieds, 10 cm au dessus de la base du rejet pour les brins de taillis, rabaissement de souche au besoin
- Taille des parcelles : variable selon le site et les peuplements
- Quota : maximum 1000 stères (ou charrettes), en fonction besoin centrale
- Taillis et taillis-sous-futaie et éventuellement futaie sur souche
- Protection contre le passage du feu
- Site Didy, Ifarantsa : plantation

Manerinerina

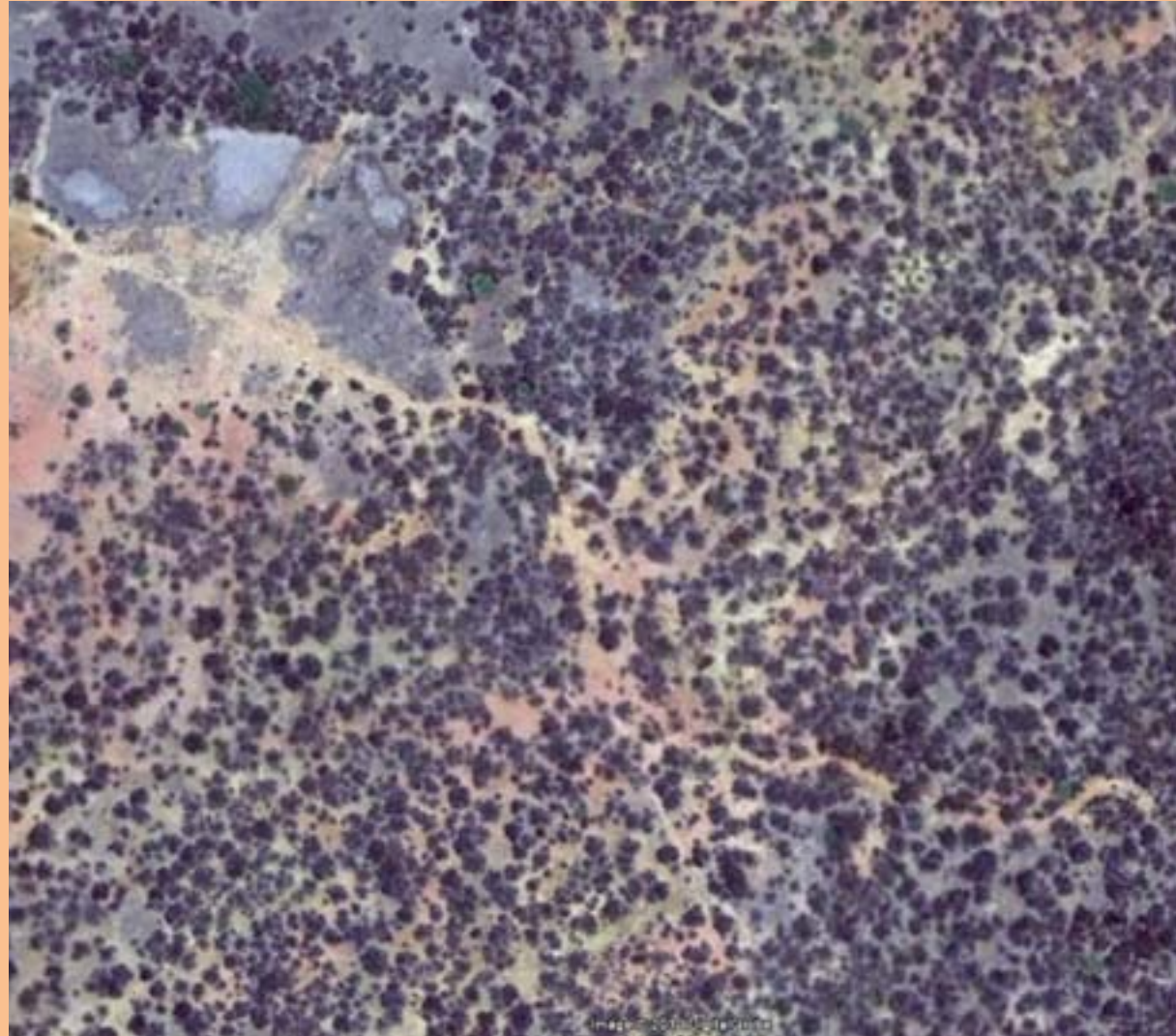
**Amélioration des techniques
sylvicoles et de gestion des
formations naturelles à *Ziziphus*
de la commune de Manerinerina
(Boeny) et préparation de
l'organisation de
l'approvisionnement de sa
centrale à vapeur.**



Manerinerina : Situation du peuplement à Ziziphus par rapport à celui de la future centrale

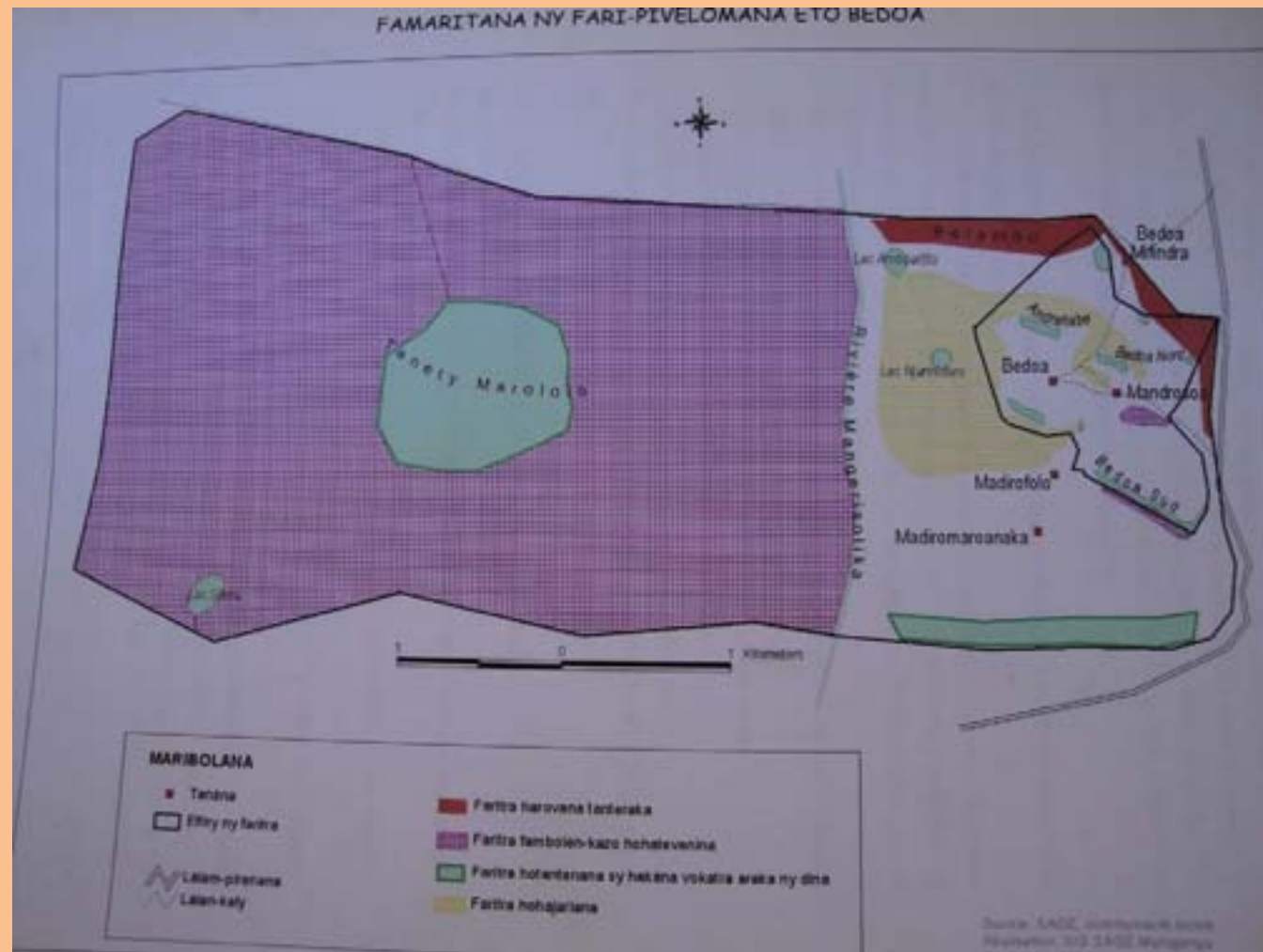


Manerinerina : Image aérienne de la savane à jujubier (Ziziphus sp.)



Conditions d'approvisionnement de la centrale de la commune de Manerinerina par l'exploitation des formations à Ziziphus.

Dans un premier temps, il sera plus facile de s'appuyer sur le seul VOI existant, celui de Bedoa (LOVASOA) dont on voit ici le plan d'aménagement



Le VOI de Bedoa a bénéficié en 2004 d'un transfert de gestion portant sur 1851 ha dont 255 ha de bas-fonds et rizières et de 223 ha d'habitations et de cultures de case...



Mais il comprend surtout 1357 ha de formations
naturelles, dont 1185 en plaine
et 172 ha en colline (tanety Marololo)



Les formations de plaines sont constituées de quelques dizaines d'ha de forêts de bas fonds où domine *Terminalia mantaly*, qui fournit du bois d'œuvre à usage local

(voir différents stades de développement du Mantaly sur les photos)



Les formations de montagnes sont couvertes par une forêt sèche semi-caducifoliée, très proche de celle du parc de l'Ankarafantsika (*Stereospermum*, *Dalbergia*, *Antidesma*, etc.). Elles servent de pâturages et de lieux de cueillette (ignames sauvages, un peu de chasse et de sciage, etc.)



Les formations de plaines sont en fait d'anciennes savanes arbustives qui étaient intensément pâturées. A partir des années 1980, les vols de bétail ont contribué à la réduction du nombre de têtes, parallèlement le jujubier est devenu envahissant jusqu'à former une savane arborée.



Ces jujubiers ont une forte régénération sexuée (production de milliers de graines disséminées par le bétail) et végétative (rejets de souche après coupe, feu ou abroutissement)

(Voir sur photo de droite les rejets de 10 à 18 cm de diamètre, sur une souche exploitée en 2005)



La coupe en taillis des Ziziphus, si elle est pratiquée avec une rotation de dix ans, ne menace en rien la survie de ces peuplements. Au contraire, elle est nécessaire si on veut conserver un sous-étage de tapis herbacé (pâturage) et un sur-étage arboré diversifié (bois d'œuvre, PFNL, biodiversité)



Les membres du VOI Lovasoa ont prévu de diviser leur savane arborée à Ziziphus (1185 ha) en deux parties : la plus éloignée sera consacrée à la production de charbon et la plus proche de Manerinerina (moins de 5km) pourra fournir du bois pour la future centrale

Si on estime de façon prudente la production du taillis à $3 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{an}$ et si on enlève les parties dénudées ou inondées, on peut estimer la production annuelle du massif à $1000 \text{ ha} \times 3 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{an} = \mathbf{3000 \text{ m}^3/\text{an}}$.

Ceci est largement suffisant pour couvrir d'une part le quota de charbon (4000 sacs de 13 kg = 52 T), soit l'équivalent de 312 T de bois ou de **$480 \text{ m}^3/\text{an}$ de bois**

Et, d'autre part, les besoins théoriques de la centrale, si elle ne marchait qu'au bois, à savoir 400 T/an, ou environ **$600 \text{ m}^3/\text{an}$ de bois** (950 stères)



Règles sylvicoles proposées dans la zone aménagée par le VOI pour alimenter la centrale en bois de Ziziphus

- Rotation du taillis : 10 ans
- Diamètre minimum de coupe : 15 cm pour les francs-pieds, tous les rejets des souches exploitées en Rotation n-1
- Hauteur de coupe : 10-30 cm pour les francs-pieds, 10 cm au dessus de la base du rejet pour les brins de taillis
- Taille des parcelles : en théorie, de l'ordre de 50 ha mais, dans la réalité, ce type de parcellaire est difficile à matérialiser et est très rarement respecté par les bûcherons, donc laisser les membres du VOI choisir l'assiette de coupe annuelle
- Quota : maximum 1000 stères (ou charrettes), en fonction besoin centrale
- Taillis ou taillis-sous-futaie ? Nous proposons de gérer le peuplement comme un TSF, même si les arbres de futaie sont encore rares (*Terminalia*, *Dalbergia*, etc.) mais le passage régulier des coupes peut permettre un enrichissement et la production, à moyens termes, de bois d'œuvre.
- Mise en défens : comme les troupeaux sont gardés, il sera demandé aux bergers d'éviter les zones exploitées pendant une année, ceci facilitera l'émission des rejets, le semis de jeunes francs-pieds et améliorera le pâturage (reproduction d'espèces sur-pâturées à l'abri des branches sèches). Ensuite, pâturage libre.

D'autre part, il existe de nombreuses autres sources d'énergies (déchets agricoles qui sont actuellement inutilement brûlés et qui peuvent couvrir plus que les besoins théoriques de la centrale) et plusieurs milliers d'ha de formations naturelles, en dehors du VOI Lovasoa (sur lesquels plusieurs demandes de nouveaux VOI sont en cours). Il existe aussi quelques ha de plantations d'eucalyptus.

Il n'y a donc, à moyens termes, aucun souci à se faire pour satisfaire les besoins de la population, de la centrale et de la commercialisation autorisée, du moins si les quota sont respectés.

A longs termes, tout dépendra de l'évolution démographique et de la possibilité de co-construction (population/recherche/administration) de règles de gestion durables des RN permettant de satisfaire les différents besoins des populations (bois énergie, bois d'œuvre, pâturage, PFNL, etc.).

Dans une dizaine d'années, si la consommation augmente, des plantations d'eucalyptus (*camaldulensis*, *tereticornis*, hybrides, etc.) pourront être envisagées à proximité du village.



Besoins pour une alimentation 100% bois

		Mahaditra	Ifarantsa	Ambohi ^{janahary}	Didy	Maneri ^{nerina}	Befeta
Besoin Centrale en bois	tonnes/an	400					
Besoin Centrale en bois	m ³ /an	571					
Productivité plantation	m ³ /ha/an	10	17	16	16	3	12
Durée de rotation	an	4	4	4	4	10	4
Production sur une rotation	tonnes/ha	28	48	45	45	30	34
Production sur une rotation	m ³ /ha	40	68	64	64	21	48
Surface nécessaire annuellement	ha/an	14	8	9	9	19	12
Surface à aménager	ha/centrale	57	34	36	36	190	48
Surface de la ressource arborée existante		5400	1304	4670	50	1100	9940
Pourcentage par rapport à la ressource arborée existante		1.1%	2.6%	0.8%	72%	17% (1 VOI)	0.5%

Besoins pour une alimentation mixte

		Mahaditra	Ifarantsa	Ambohijanahary	Didy	Manerinerina	Befeta
Besoin Centrale bois	tonnes/an	400					
Volume	m³/an	571					
Pourcentage bois/déchets agricoles	%	20%	50%	0%	20%	20%	20%
Besoin Centrale en bois	tonnes/an	80	200	0	80	80	80
Besoin Centrale en bois	m³/an	114	286	0	114	114	114
Productivité plantation	m³/ha/an	10	17	16	16	3	12
Durée de rotation	an	4	4	4	4	10	4
Production sur une rotation	m3/ha	40	68	64	64	20	48
Production sur une rotation	tonnes/ha	28	48	45	45	21	34
Surface nécessaire annuellement	ha/an	2.9	4.2	0.0	1.8	4	2.4
Surface à aménager	ha/centrale	11	17	0	7	38	10
Surface de la ressource arborée existante		5400	1304	4670	50	1100	9940
Pourcentage par rapport à la ressource arborée existante		0.2%	1.3%	0.0%	14.3%	3.5% (1 VOI)	0.1%

Comparaisons des deux scénarii

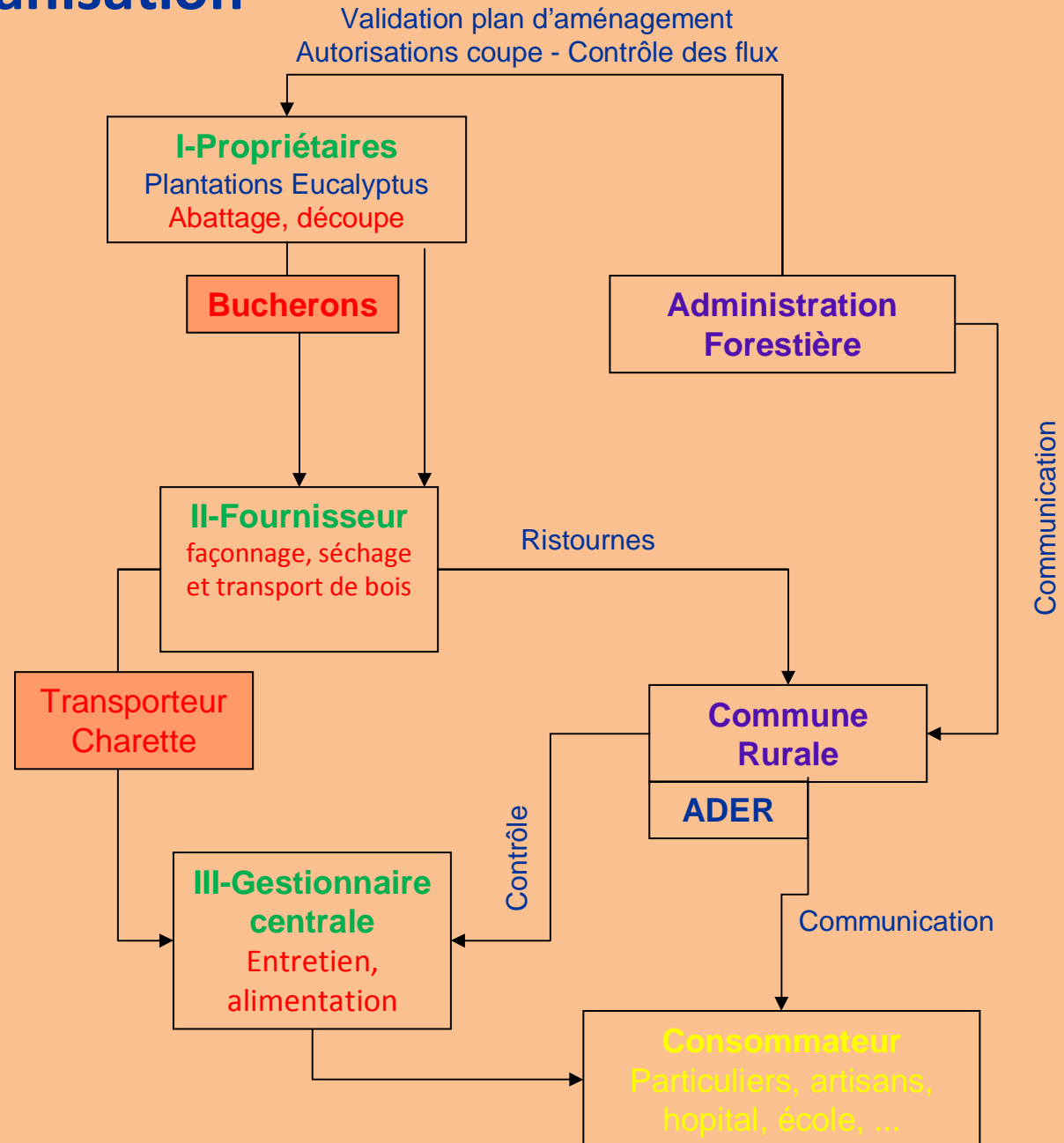
			Mahaditra	Ifarantsa	Ambohijanahary	Didy	Manerinerina	Befeta
100%	Surface à aménager	ha/centrale	57	34	36	36	190	48
	Pourcentage par rapport à la ressource arborée existante		1.1%	2.6%	0.8%	72%	17.3%	0.5%
0-50%	Surface à aménager	ha/centrale	11	17	0	7	38	10
	Pourcentage par rapport à la ressource arborée existante		0.2%	1.3%	0.0%	14.3%	3.5%	0.1%

Coût de l'énergie bois / gas-oil

exemple de Manerinerina

- La centrale à gas-oil de Manerinerina, consomme actuellement 22 l/jour (de 17h à 22h30) pour un coût de 55.000 Ar/jr. Si elle fonctionnait de 8h30 à 22h30, elle consommerait 56 l de gas-oil pour un coût de 140.000 ar/jr.
- La centrale à biomasse, consommerait environ 200 kg de bois et 800 kg de déchets agricoles par jour (24h/24h).
- Le prix du bois peut être calculé à partir du prix moyen du charbon (4000 Ar/ sac de 32,5 kg, soit 122 Ar/kg) divisé par 6 (rendement moyen de carbonisation), soit 20 Ar/kg et celui des déchets agricoles à partir du coût du transport charrette et de l'intéressement du fournisseur à 12 ar/kg.
- Pour la centrale à biomasse, il faut rajouter un surcoût de main d'œuvre de 9000 ar/jour
- Le prix de la consommation de biomasse serait de 13.600 ar/jr, soit avec la main d'œuvre complémentaire, de 22.600 Ar/jour et générerait une économie d'environ 42,8 millions d'Ar/an (soit 17.140€)
- **L'économie serait d'environ 100.000 € en six ans**

Schéma d'organisation



Mesures d'accompagnement nécessaires

➤ Formations

- Carbonisation
- Pépinières et production de plants adaptés (type stump)
- Plantation
- Sylviculture (taillis sous futaie)
- Sensibilisation des privés plutôt intéressés par le bois d'œuvre (le plus souvent méfiants)
- diversification d'espèces bois d'œuvre (*E. maculata*, *E. cloeziana*, *E. citriodora*, *Liquidambar*) et en zone sèche (*E. camaldulensis*, *E. tereticornis*)

➤ Actions à entreprendre en partenariat avec l'administration forestière, le Fofifa, le Sngf (input Cirad)

Planning de travail

➤ 1^{ère} Etape : Agents de terrain Partage (mai 2010)

- Recensement des parcelles d'eucalyptus
- Propriétaires, surface, éloignement, foncier, gestion, ...
- Accord de principe écrit sur la fourniture de bois pour la centrale

➤ 2^{ème} étape : Consultants Fofifa (Juin 2010) + Agents Partage

- Déplacement sur terrain pour relever GPS (Daniel)
- Déplacement sur terrain pour relevé fertilité / productivité (Honoré, Norbert)
- Sites : Didy, Mahaditra, Befeta, Ifarantsa, Manerinirina

➤ 3^{ème} étape : Livrables - Fofifa, Partage et Cirad

- Schéma communal d'approvisionnement des centrales en bois (août 2010)
- Approbation par les CR et administration forestière (octobre 2010)